

Trabajo de grado para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnia
Efecto de la suplementación del cromo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)
sobre los niveles de leptina en sangre y el contenido de grasa en el lomo de
cerdo.

Por:

Juan Pablo Chavarro Jaramillo

Wilson Eberto Caro Solano

Asesor:

Juan Carlos Rincón Flórez

Universidad Tecnológica de Pereira
Facultad de Ciencias de la Salud
Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Pereira, 2018

Efecto de la suplementación del cromo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre los niveles de leptina en sangre y el contenido de grasa en el lomo de cerdo.

Effect of yeast chromium supplementation (*Saccharomyces cerevisiae*) on blood leptin levels and fat content in tenderloin pig.

Juan Pablo Chavarro jaramillo¹; Wilson Eberto Caro Solano²; Juan Carlos Rincón³;
^{1,2}Estudiante del Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Ciencias de la salud. Universidad Tecnológica de Pereira. ³Docente-Asesor, programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Ciencias de la salud.

Resumen

La producción porcina se encuentra en constante crecimiento con el fin de satisfacer las necesidades y las demandas del mercado debido al incremento de la población a nivel mundial. Las personas en la última década han optado por consumir productos que tengan un menor contenido graso, más magro y de buena calidad. En la actualidad se han implementado aditivos en la alimentación de los cerdos con la finalidad de disminuir el contenido graso, sin alterar la calidad del producto; uno de los aditivos usados en el mercado es el cromo de levadura, el cual tiene diversas atributos como es el aumentar la expresión del factor de tolerancia a la glucosa por lo que ha sido utilizado como una fuente alternativa a la ractopamina la cual reduce el espesor de la grasa dorsal en cerdos, sin embargo esta genera efectos secundarios para la salud de las personas. El objetivo de este trabajo fue Comparar los niveles de leptina y la grasa total del lomo en cerdos en etapa de finalización, suplementados con cromo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y ractopamina. Este estudio fue llevado a cabo en 20 cerdos en etapa de finalización los cuales fueron distribuidos aleatoriamente y se dividieron en 4 grupos, un control negativo (CTL-) un control positivo (CTL+) al que se le suministro ractopamina en 10ppm. El tercer grupo se le suministro 200ppb de cromo, el cuarto grupo se le adiciono 400ppb de cromo. Se tomaron muestras de sangre el día 15 y al día 30 para medir los niveles de leptina en

suero por medio de la técnica de ELISA cuantitativa, adicional a esto se tomaron muestras de la carne del lomo del cerdo, las cuales se enviaron a el laboratorio para analizar el perfil de ácidos grasos totales;

Los resultados obtenidos en la medición de leptina se evidencio que al día 15 hubo una diferencia estadísticamente significativa con respecto al tratamiento 2 y el tratamiento 4 el cual mostró una reducción de los niveles de leptina. Con respecto al perfil de ácidos grasos, se observó que la ractopamina disminuyo todo el perfil de ácidos grasos y con respecto al cromo se evidencio que la relación de ácidos grasos insaturados aumento. En conclusión, la suplementación con cromo aumento la relación del perfil de ácidos grasos y disminuye las concentraciones de leptina mientras la ractopamina, disminuye tanto las concentraciones de leptina como el contenido graso. Se recomienda realizar otros estudios con diferentes dosificaciones y un mayor número de animales.

Palabras clave: Nutrigenómica, leptina, cromo de levadura, dieta alternativa.

Abstract

The swine production is in constant growth in order to meet the needs and demands of the market due to the increase in population worldwide. People in the last decade have chosen to consume products that have a lower fat content, leaner and of good quality. At present, additives have been implemented in the feeding of pigs in order to reduce the fat content, without altering the quality of the product; One of the additives used in the market is yeast chromium, which has various attributes such as increasing the expression of the glucose tolerance factor, which is why it has been used as an alternative source to ractopamine which reduces the thickness of dorsal fat in pigs, however, this generates side effects for the health of people. The objective of this work was to compare the levels of leptin and the total fat of the loin in finishing pigs, supplemented with yeast chromium

(*Saccharomyces cerevisiae*) and ractopamine. This study was carried out in 20 pigs in the final stage which were randomly distributed and divided into 4 groups, a negative control (CTL-) a positive control (CTL +) to which ractopamine was supplied in 10ppm. The third group was supplied with 200ppb of chromium, the fourth group was added with 400ppb of chromium. Blood samples were taken on day 15 and day 30 to measure leptin levels in serum by means of the quantitative ELISA technique, in addition to this samples were taken from pork loin meat, which were sent to the laboratory to analyze the profile of total fatty acids; The results obtained in the measurement of leptin showed that on day 15 there was a statistically significant difference with respect to treatment 2 and treatment 4 which showed a reduction in leptin levels. Regarding the fatty acid profile, it was observed that ractopamine decreased the entire profile of fatty acids and with respect to chromium it was evident that the ratio of unsaturated fatty acids increased. In conclusion, chromium supplementation increased the ratio of the fatty acid profile and decreased leptin concentrations while ractopamine decreased both leptin concentrations and fat content. It is recommended to carry out other studies with different dosages and a larger number of animals.

Keywords: Nutrigenomic, leptin, yeast chromium, alternative diet, dorsal fat thickness.

Introducción.

La producción de cerdos juega un papel importante en la industria alimentaria, es una producción en constante crecimiento con base en satisfacer la demanda, a lo largo del tiempo se ha querido mejorar los parámetros productivos de estos animales haciendo mejoramiento genético con la finalidad de mejorar los índices de conversión y disminuir la aparición de genes que afectan la calidad de la carne, todo esto con el fin de brindar un mejor producto al consumidor. Sin embargo, este es un proceso lento y tiene altos costos. En la actualidad la tendencia de las personas está dirigida hacia el consumo de carnes más magras y con mejor calidad. Es por esto que se han optado por implementar alternativas que mejoren ciertas características con un bajo costo, entre las cuales se

puede encontrar, el uso de aditivos en la alimentación (piensos transgénicos, anabólicos, ractopamina, entre otros) que pueden mejorar la eficiencia alimenticia, ganancia de peso y características de la canal, estudios han demostrado que aditivos como la ractopamina tiene efecto en la disminución de la grasa dorsal, sin embargo este compuesto está prohibido en más de 160 países debido a sus efectos sospechosos en la salud, se cree que este tiene un efecto residual en la carne al ser utilizado en muchas producciones en etapa de finalización no se logra un tiempo de retiro adecuado, quedando residuos en el producto que se brindara al consumidor final, teniendo efectos secundarios que afectan el sistema cardiovascular y causando anomalías cromosómicas y cambios en el comportamiento.

Debido a esto se ve la necesidad de implementar otro tipo de alternativas y aditivos que su uso mejore el producto final y que aumenten la conversión alimenticia del animal, contribuyendo de alguna manera a mitigar el impacto ambiental, convirtiéndose en una producción más eficiente.

Uno de los aditivos que se usan en el mercado es el cromo inorgánico (Cr), con el cual se han visto efectos benéficos tanto a nivel del espesor de la grasa dorsal y favoreciendo el sistema inmunológico. Otra de las presentaciones del cromo es el cromo orgánico, el cual se obtiene a partir de la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

La alimentación está estrechamente ligada a la salud del organismo, viéndose involucrados factores de susceptibilidad a enfermedades, aparición de genes y producción de hormonas, una de estas hormonas es de la leptina la cual está estrechamente ligada con el sistema inmune.

Es por eso por lo que se ve la necesidad de entender los mecanismos de acción de los compuestos que son suplementados en la dieta de los cerdos en etapa de finalización como el cromo orgánico de levadura, para así poder dilucidar y hacer recomendaciones a la etapa productiva.

La leptina es una hormona producida por el tejido adiposo, la cual tiene la función de regular la ingesta de alimentos y está encargada de regular la saciedad, los animales con

deficiencia de esta hormona presentan obesidad. Por otro lado, regula el balance energético y el metabolismo de los lípidos, esto puede afectar la calidad del producto, además tiene funciones endocrinas tales como influir en la liberación de FSH, que es una hormona fundamental para la reproducción. Animales con baja condición corporal tienden a generar problemas para entrar en celo, además animales muy obesos es difícil que se reproduzcan, adicionalmente esta hormona favorece la respuesta inmune tanto innata como adaptativa actuando a nivel de las células del sistema inmune de este modo promueve la producción de citoquinas que favorecen la respuesta inflamatoria de igual manera estudios realizados demuestran que en pacientes con enfermedades como el cáncer los niveles de esta hormona aumentan significativamente.

Animales con un excelente sistema inmune no se enferman tanto y tiene un mejor rendimiento productivo, al igual que se reduce el uso de antibióticos beneficiando así tanto a los animales como al productor. Por ende, se contribuye a brindar un producto de una mejor calidad al consumidor. Aportando tanto a la academia un nuevo conocimiento que puede ser base para futuras investigaciones, contribuyendo al sector económico debido a que se logra aumentar los rendimientos productivos de los animales convirtiéndose en mayores ganancias para el productor, además en la industria de la panificación muchas veces no saben qué hacer con los subproductos como la levadura y esta se podría enriquecer de cromo y vender contribuyendo a la cadena productiva.

El aumento de la globalización ha traído consigo alternativas para suplir la demanda del consumo de proteína de origen animal como lo es el caso de la industria porcícola destinada a la producción de carne la cual se encuentra en constante crecimiento. Sin embargo, se ha asociado este crecimiento con un impacto negativo en el ambiente haciendo uso excesivo del recurso hídrico (1,2). Es por esto, que se han optado alternativas que mejoren la eficiencia en la conversión alimenticia de los animales mediante la suplementación de dietas que contengan los nutrientes, minerales y componentes que el animal fisiológica o metabólicamente requiera y en las proporciones adecuadas para lograr que el animal exprese su máximo potencial en la producción volviéndola eficiente y competitiva en el mercado (2,3).

En la producción porcina los costos por alimentación representan un 65 – 80% de los gastos, es por esto que se busca ser más competitivos frente al mercado y reducir en gran parte las pérdidas mediante estrategias como la suplementación de aditivos que contribuyan al mejoramiento de la productividad y la calidad de la carne (4,5).

La alimentación en cerdos es un factor clave en el desarrollo de los animales, la cual tiene unas etapas dependientes del crecimiento (cría, levante y ceba). En cada una de estas etapas del crecimiento el animal necesita de unas demandas nutricionales específicas y necesarias con la finalidad de suplir el requerimiento nutricional que exige su organismo para tener un buen desarrollo, además que mejoren los índices de conversión alimenticia, el rendimiento en canal y una mejor calidad en la carne (6).

Un aditivo es un compuesto no-nutricional y que su ausencia no significa un desbalance nutricional siendo suministrados con el fin de obtener ciertos beneficios para mejorar cualquier parámetro productivo del animal, por ejemplo, carne magra, menos grasa y mejor marmóreo. Algunos de los aditivos usados son: enzimas, aminoácidos, ractopamina o probióticos (5,7).

En el mercado se puede encontrar compuestos que tienen un efecto en la reducción de la grasa dorsal del cerdo, si bien en este juega un papel importante la genética de los individuos algunos compuestos alimenticios puede contribuir a mejorar estos aspectos, entre los cuales podemos encontrar la ractopamina y el cromo el cual es un mineral que ayuda al factor tolerante a la glucosa y al metabolismo de los lípidos. Este se puede encontrar de dos formas cromo inorgánico y el orgánico el cual se ha demostrado que tiene una mejor y mayor absorción entre 25 al 30% (8,9). En comparación con el cromo inorgánico, hay estudios que demuestran que el cromo tiene efectos benéficos en el sistema inmunológico (10).

Una de las hormonas claves en el sistema inmune es la leptina. La leptina es una hormona de 146 aminoácidos con un peso molecular de 16KDa, estando presente en varios procesos fisiológicos, participando en varias funciones tanto a nivel inmunológico, endocrino, metabolismo de ácidos grasos, regulación del gasto energético y la saciedad

(11,12). En el sistema inmune realiza funciones en la inmunidad innata y la adaptativa, aumentando el desarrollo, proliferación, maduración y activación de estas células de defensa. Interviene también en la activación de células proinflamatorias (TNF α , IL2 y IL6) siendo un regulador de la respuesta inflamatoria. Su acción en procesos fisiológicos es amplia y presenta una respuesta frente a desbalances inmunológicos ocasionados por la desnutrición (13). Se plantea también que la leptina puede estar involucrada en procesos frente a desordenes de inmunodeficiencia, optimizando la respuesta de las células T (Th1) y promoviendo la síntesis de inmunoglobulinas (13,14).

La nutrigenómica hace parte de la genómica y esta se basa en hacer aportes de los procesos moleculares mediante la implementación de dietas que favorezcan la salud, mediante la expresión génica de cada individuo, principalmente utilizada en humanos, en donde se han ido personalizando dietas de acuerdo con cada individuo, contribuyendo a mejorar la expresión de genes benéficos y la disminución de genes que estén involucrados con la aparición de enfermedades. La suplementación con cromo como el nicotinato de cromo o cromo unido a niacina tiene efectos positivos, pues se ha demostrado que tiene la capacidad de reducir la resistencia a la insulina en el organismo y disminuir los niveles de colesterol presentes en el plasma, el uso del cromo es fundamental pues la resistencia a la insulina puede generar síndromes metabólicos donde se puede presentar dislipidemia, hipertensión e hiperglicemia (14).

Esta ciencia se podría llegar a aplicar en la medicina preventiva, para el diagnóstico futuro de cáncer, diabetes, obesidad o permitir un tratamiento oportuno para evitar la progresión de la enfermedad a futuro, basándose principalmente en las ciencias ómicas como lo son genómica, transcriptómica, proteómica y metabolómicas, de esta forma articulando estas ciencias se puede utilizar un alimento funcional que tenga la capacidad de mejorar la eficiencia en procesos fisiológicos normales favoreciendo el perfil genético optimizando la salud, encontrándose diferentes compuestos como ácidos grasos, isoprenoides, proteínas, carbohidratos que influyen en la expresión de genes (15). El objetivo de este trabajo fue Comparar los niveles de leptina y la grasa total del lomo en cerdos en etapa

de finalización, suplementados con cromo de levadura *Saccharomyces cerevisiae* y ractopamina en la finca los Alpes del municipio de Balboa, Risaralda.

Materiales y Métodos

Este estudio fue realizado en la granja de cerdos los Alpes vereda Granatal municipio de Balboa departamento de Risaralda, el objeto de estudio fueron 20 cerdos en etapa de finalización de la línea TOPIGS TRAXX X TOPIGS 40, esta granja se encuentra a una altura sobre el nivel del mar 1150 metros con una temperatura de 20°C. En este estudio se realizó una distribución de los animales de manera aleatoria formando cuatro grupos. El primer grupo fue el control negativo (CTL-), tratamiento 1, el cual consistió en suministrar alimento balanceado comercial finalización, sin suplementación de cromo. El segundo grupo, fue el control positivo (CTL +), tratamiento 2, al cual se le suministro el mismo alimento balanceado y se le adicionaron 10 ppm de ractopamina por cada kilogramo de alimento balanceado. El tercer grupo tratamiento 3 consistió en suministrar 200 ppb de cromo orgánico de levadura por cada kilogramo de alimento balanceado. El cuarto grupo, tratamiento 4 consistió en adicionar 400 ppb de cromo de levadura por cada kilogramo de alimento balanceado. Al iniciar el estudio se tomaron pesos individuales de los grupos y se tomó una muestra de sangre para extraer el suero al día 15 y 30. Las muestras de sangre de la yugular las cuales fueron recolectadas en tubos BD Vacutainer tapa Lila con anticoagulante EDTA, se usaron agujas calibre número 16. Una vez tomadas las muestras, éstas se almacenaron en una nevera portátil a una temperatura de 4°C las cuales fueron transportadas hasta el laboratorio multifuncional de ciencias animales de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Tecnológica de Pereira, donde se realizó la extracción del suero en una centrifuga Spectrafuge 6C (Labnet®, Buckinghamshire, Inglaterra) a 3000 rpm durante 15 minutos, la leptina se determinó mediante la extracción del suero. El cual posteriormente se llevó a la máquina de ELISA cuantitativa 5 en 1 Crocodile. (Titertek-Berthold, Bad Wildbad, Alemania) usando el kit comercial Pig Leptin Elisa MyBiosource (MyBiosource Inc. San Diego, CA) siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Posteriormente, se tomaron muestras del lomo del cerdo al sacrificio (final del tratamiento), teniendo en cuenta la misma región del lomo con un peso aproximado de 100g cada una. Las muestras se enviaron en refrigeración al laboratorio de nutrición humana de la Universidad de Antioquia para el análisis de los ácidos grasos presentes en la carne.

Finalmente, se realizó un análisis descriptivo de las variables evaluadas. Posteriormente, se realizaron análisis de correlación de variables cuantitativas y se probaron los supuestos desarrollando un modelo lineal generalizado que permitió determinar el efecto de los tratamientos sobre la expresión de leptina.

Se encontró que los datos presentan homocedasticidad entre los 15 y 30 días en el tratamiento con la leptina, pero no normalidad por eso se realizó un análisis de varianza de Kruskal-Wallis. Adicionalmente se realizó una prueba de Wilcoxon y una prueba de corrección del Holm para comparar los grupos pareados. Se uso un nivel de significancia de α 0.05 y todos los procedimientos se realizaron en el software R.

Resultados

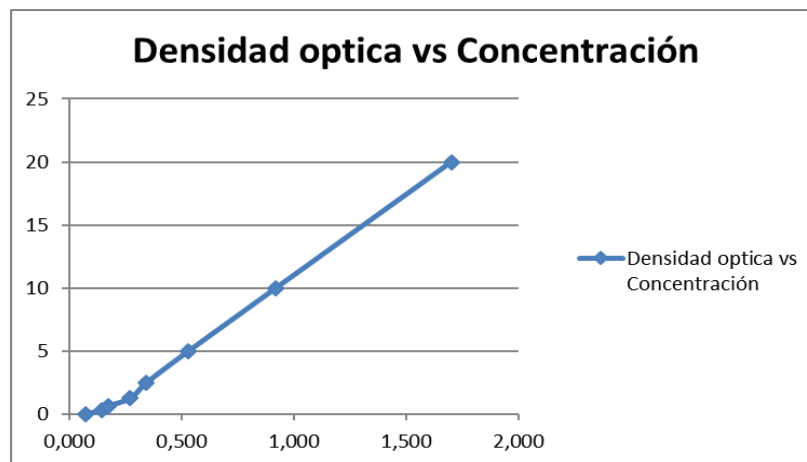
Se pudo estandarizar adecuadamente la cuantificación de leptina con el kit comercial Pig Leptin Elisa MyBiosource (MyBiosource Inc. San Diego, CA) siguiendo las recomendaciones del fabricante (Figura 1), donde se puede ver las diferentes intensidades en la coloración.

Figura 1. Imagen de las intensidades de las muestras a partir de las mediciones de leptina cuantitativa en plato usando el kit comercial Pig Leptin Elisa MyBiosource (MyBiosource Inc. San Diego, CA)



Posteriormente, se obtuvieron las densidades ópticas y se realizó la curva estándar (figura 2) a partir de la cual se pudieron calcular las diferentes concentraciones de las muestras problema.

Figura 2. curva estándar densidad óptica vs concentración para los niveles de leptina en sangre en cerdos en finalización.



A partir de la curva estándar se desarrolló un modelo matemático que permitió calcular las concentraciones de leptina en sangre en las 40 muestras problema, a partir de los

resultados obtenidos se pudo obtener una descripción general de los niveles de leptina como se presentan a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Concentraciones de leptina en suero a los 15 y 30 días con alimento base (grupo 1), con suplementación con ractopamina (grupo 2), con cromo-levadura a 200 y 400 ppb (grupo 3 y 4).

Tratamiento	Media día 15	Desv. Estandar día 15	Media día 30	Desv. Estandar día 30
Grupo 1	8.87±6,45 ^{ab}	5.19	12.49±18,17 ^a	14.63
Grupo 2	4.84±10,49 ^a	8.45	3.20±2,65 ^a	2.13
Grupo 3	12.79±9,43 ^b	7.59	4.61±6,55 ^a	5.27
Grupo 4	3.37±3,65 ^a	2.94	8.41±12,18 ^a	9.80

En el tratamiento 2 (a) y tratamiento 3 (b) hubo diferencia estadísticamente significativa, como también ocurre en el tratamiento 3 (b) y el tratamiento 4 (a). Para el tratamiento (1) no hubo diferencia (ab).

Puede observarse en la tabla 1 que al día 15 hubo diferencia estadísticamente significativa y al día 30 no hubo diferencia. El tratamiento 2 en el cual se utilizó ractopamina fue diferente a todos los tratamientos al día 15, disminuyendo los niveles de leptina, al día 30 no se observa diferencias significativas ($p < 0.05$), lo que parece indicar que cuando se utiliza la ractopamina por un periodo prolongado de tiempo sus efectos disminuyen. También, se encontró que entre los grupos 2-3 y 3-4 hubo diferencia estadísticamente significativa. Con respecto a la concentración de leptina, no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre el día 15 y el día 30.

Tabla 2. Concentraciones de leptina en hembras y machos al día 15 y 30 de los tratamientos.

Leptina	Media 15 días	Media 30 días
---------	---------------	---------------

Hembras	8,03±4,06	4,56±3,65
Machos	5,24±5,31	17,66±17,80

Posteriormente se observó que a los 30 días hubo mayor concentración de leptina en los machos, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa respecto a las hembras, debido a que sólo se contaba con 4 machos y el error estándar fue muy alto. Por el contrario, en el día 15 las hembras presentaron niveles más altos de leptina como lo reporta la literatura.

Por otra parte, se hizo la correlación entre los niveles de leptina y los ácidos grasos y no se encontró una correlación estadísticamente significativa entre las variables pareadas. Tampoco se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los perfiles de ácidos grasos con respecto al sexo entre machos y hembras (tabla 3).

Tabla 3. Perfil de ácidos grasos para hembras y machos.

Sexo	Total Grasa Saturada	Total Grasa Monoinsaturada	Total Grasa Poliinsaturada	GRASA TOTAL
Hembras	0,72±0,33	0,87±0,40	0,320,13	1,99±0,88
Machos	0,75±0,77	0,88±0,88	0,36±0,36	2,10±2,12
Total	0,73530813	0,875342188	0,340207188	2,04698125

Con respecto a los ácidos grasos se encontró que el perfil de ácidos grasos varió de acuerdo con cada uno de los tratamientos como se observa en la tabla 4, con los mayores valores de grasa total para el grupo 4 y los menores para el 2 y esa diferencia fue estadísticamente significativa. Para los otros componentes grasos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas, con la menor cantidad de ácidos grasos para el tratamiento con ractopamina, lo que quiere decir que se reduce no solo la grasa total sino los otros componentes grasos que pueden ser benéficos.

Tabla 4. Perfil de ácidos grasos para cerdos en finalización sin suplementar (Grupo 1), suplementados con ractopamina (Grupo 2) y suplementados con 200 y 400 ppb de Cr/levadura (Grupo 3 y 4).

Tratamiento	Total Grasa Saturada	Total Grasa Monoinsaturada	Total Grasa Poliinsaturada	Grasa total
Grupo 1	0,52±0,27 ^{ab}	0,60881±0,37 ^{ab}	0,210188±0,09 ^{ab}	1,404932±0,76 ^{ab}
Grupo 2	0,24±0,21 ^a	0,299272±0,29 ^a	0,127416±0,11 ^a	0,698208±0,64 ^a
Grupo 3	0,96±1,09 ^{ab}	1,179036±1,35 ^{ab}	0,39857±0,36 ^{ab}	2,654036±2,93 ^{ab}
Grupo 4	1,19±0,22 ^b	1,392686±0,27 ^b	0,567444±0,10 ^b	3,30924±0,64 ^b

Con respecto a la relación de ácidos grasos se encontró que el grupo 3 tuvo la mejor relación de ácidos grasos, monoinsaturada y poliinsaturada. La menos relación de ácidos grasos fue el grupo control, como se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Relación de ácidos grasos de grasas poliinsaturada, monoinsaturada respecto a la grasa saturada.

Tratamiento	Relación ácidos grasos.
Grupo 1	1,010831315
Grupo 2	1,371107612
Grupo 3	1,797246236
Grupo 4	1,735193433

Discusión

Se pudo estandarizar adecuadamente la cuantificación de leptina con el kit comercial Pig Leptin Elisa MyBiosource (MyBiosource Inc. San Diego, CA) siguiendo las recomendaciones del fabricante, en otro estudio realizado por Eman et al., (2018). se pudo observar que en ratas obesas las cuales fueron alimentadas con cetonas de frambuesa para disminuir el peso, se utilizó el kit Leptin Elisa MyBiosource (MyBiosource Inc. San Diego, CA) en el cual se pudieron cuantificar las concentraciones de leptina (16).

De igual manera en un estudio realizado por P.Superchi et al., (2017) en la Universidad de Parma Italia en el cual se le suministro una dieta con fibra cruda concentrada a lechones destetos para analizar las concentraciones de las hormonas encargadas del metabolismo energético mediante el kit comercial (Pig-MAP ELISA Kit; MyBioSource, San Diego, CA, USA). Se puso evidenciar que a la administración de esta dieta causo un aumento significativo en las concentraciones de leptina y otras hormonas encargadas del metabolismo energético favoreciendo el desarrollo de los lechones (16).

Un estudio realizado por J.Zhou et al., (2004) encontró que, si hay diferencia significativa con relación a las concentraciones de leptinas entre machos y hembras, siendo los niveles de leptina mayores en hembras, lo que coincide con los resultados a los 15 días de este trabajo, pero no a los 30. Aunque es necesario resaltar que en ninguno de los tiempos se obtuvo diferencia estadísticamente significativa en este trabajo (17).

En este estudio no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre el perfil de ácidos grasos en machos y hembras, sin embargo en un estudio realizado por Chávez (2008), observo que la suplementación con cromo en cerdos entre 26 y 117 kg tiene un efecto positivo en el porcentaje magro en cerdos castrados, a diferencia de las hembras (18).

En otro estudio realizado por Almedia et al., (2010), donde se usaron 64 animales, 32 machos y 32 hembras respectivamente, se suplemento ractopamina a 5ppm, metionina de cromo a 400 ppm y una combinación de ambas en una dosificación de 5ppm y 400ppm, se evidenció que la adición de ractopamina de 5ppm mejoró la conversión alimenticia, el rendimiento de la canal y la relación de grasa, lo que concuerda con este estudio realizado, que se observó que el grupo sometido a la ractopamina tuvo efecto positivo al verse una disminución de ácidos grasos (19).

Un estudio realizado por Untea et al., (2017) En donde se usaron 8 cerdos y se les suministro una dieta a base de picolinato de cromo se encontró que la suplementación a

400ppb aumentaba el porcentaje de grasa saturada a diferencia del grupo control que no mostro ningún efecto positivo, lo que concuerda con los resultados encontrados en este estudio (20).

Conclusiones

La suplementación con aditivos tales como la ractopamina y cromo orgánico alteran la expresión de leptina en suero y el sexo puede influir, aunque no se encuentren diferencias estadísticamente significativas. y el uso de racptopamina influyo en el perfil de ácidos grasos disminuyéndolos significativamente y el cromo aumento el perfil de ácidos grasos, pero no en la dirección deseada.

Con respecto a la concentración de leptina no hubo una diferencia estadísticamente significativa en el día 15 y al día 30, pero se cree que el estado fisiológico del animal podría influir en la expresión del gen.

Recomendaciones

Se recomienda realizar otros estudios con diferentes dosificaciones de cromo, con un número mayor de animales y observar la expresión de otros genes que estén asociados al metabolismo de la grasa.

Bibliografía

1. Pérez-Espejo R. Producción porcina y contaminación del agua en la Piedad, Mich. Inst Investig Económicas, Univ Nac Autónoma México. 2000;(52 55):1–10.
2. Hernández EMM, Gomez YMR, Bello HUA, Porra AC. Plan De Manejo Ambiental Para Un Proyecto Porcícola. Estudio De Caso: Proyecto La Zambera, Otanche, Boyacá. Bióloga, Univ del Tolima, Ibagué, Colomb. 2011;1.
3. Hartog L, Sijtsma R. Estrategias Nutricionales Para Reducir La Contaminación Ambiental En La Producción De Cerdos. Rev Cient Hosp El Cuca. 2007;15(July):19–42.
4. Food and Water Europe. ¿Un país para cerdos? Food & Water Watch. 2017;1–6.
5. Coma J. PJ. Calidad de carne en porcino: Efecto de la nutrición. Av en Nutr y Aliment Anim. 1999;22.
6. Campagna D. Alimentación. Requerimientos Nutricionales y Aportes Alimenticios. Cent Inf Act Porc CIAP. 2014;4(2):29.
7. Campo MM. Aditivos para mejorar la calidad de la carne. Univ Zaragoza. 2016;71–92.
8. Guifen L, Fachun W, Enliang S, Xiaomu L, Xiuwen T, Zhenshan L. Effects of chromium picolinate supplementation on the growth, carcass quality and gene expression of beef during the finishing period. Mol Biol Rep. 2011;38(7):4469–74.
9. Racek J, Trefil L, Rajdl D, Mudrova V, Hunter D, Senft V. Influence of chromium-enriched yeast on blood glucose and insulin variables, blood lipids, and markers of oxidative stress in subjects with type 2 diabetes mellitus. Biol Trace Elem Res. 2006;109(3):215–30.
10. Shrivastava R, Upreti RK, Seth PK, Chaturvedi UC. Effects of chromium on the immune system. 2002;34(July):1–7.
11. Helena M, Laya Z. Fisiología de la Leptina en el Control de la Ingesta y

Homeostasis Energética como Enfoque Hacia la Prevención de la Obesidad. 2008;5(2):74–81.

12. Sánchez JC. Perfil fisiológico de la Léptina. *Colomb Med.* 2005;36(1):50–9.
13. Naylor C, Petri WA. Leptin regulation of immune responses. Vol. 22, *Trends in Molecular Medicine*. Elsevier Ltd; 2016. p. 88–98.
14. Schwerin M, Dorroch U, Beyer M, Swalve H, Metges CC. Dietary protein modifies hepatic gene expression associated with oxidative stress responsiveness in growing pigs. 2002;
15. Julio Sanhueza C. (1), Alfonso Valenzuela B. (1 2). Nutrigenomics : Revealing Molecular Aspects. *Rev Chil Nutr.* 2012;39:71–85.
16. Mehanna ET, Barakat BM, ElSayed MH, Tawfik MK. An optimized dose of raspberry ketones controls hyperlipidemia and insulin resistance in male obese rats: Effect on adipose tissue expression of adipocytokines and Aquaporin 7. *Eur J Pharmacol.* 2018;832(April):81–9.
17. Zhou J, Zhao R, Wei X, Xia D, Xu Q, Chen J. Developmental patterns of serum leptin levels, leptin gene expression in adipose tissue and Ob-Rb gene expression in hypothalamus of Erhualian and Large White pigs. *Sci ChinaSeries C, Life Sci / Chinese Acad Sci.* 2004;47(2):190–6.
18. Chavez OA. Efecto de la Suplementación en la dieta cromo sobre la productividad general y características de la canal en cerdos durante la etapa de engorda. *Univ Auton Agrar Antonio Narro.* 2008;
19. de Almeida VV, Berenchtein B, Costa LB, Tse MLP, Braz DB, Miyada VS. Ractopamina, cromo-metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. *Rev Bras Zootec.* 2010;39(9):1969–77.
20. Untea AE, Varzaru I, Panaite TD, Habeanu M, Ropota M, Olteanu M, et al. Effects

of chromium supplementation on growth, nutrient digestibility and meat quality of growing pigs. S Afr J Anim Sci. 2017;47(3):332.